

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-044397

(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl. G10L 9/14
G10L 9/18

(21)Application number : 06-194594

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.07.1994

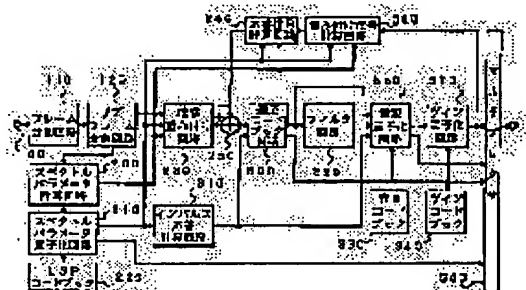
(72)Inventor : OZAWA KAZUNORI

(54) VOICE ENCODING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve sound quality by a small arithmetic quantity even with a low bit rate by calculating the coefficient of a comb filter at every sub-frame and selecting a sound code vector minimizing a distortion while passing a voice signal through the comb filter.

CONSTITUTION: An inputted voice signal is divided by a frame dividing circuit 110 and a sub-frame dividing circuit 120 and spectral parameters expressing spectral features of the voice signal are calculated in a spectral parameter calculating circuit 200 and then these parameters are quantized in a spectral parameter quantizing circuit 210. Then, an adaptive code book circuit 300 calculates pitch periods of the voice signal at every sub-frame and a filter circuit 320 calculates the gain of the filter of a prescribed degree having a delay corresponding to pitch periods at every frame or every sub-frame from a voice signal. Moreover, a sound source quantizing circuit 350 quantizes a sound source signal by selecting the best code vector from code vectors stored in a sound source code book 330.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.07.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 31.03.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3192051

[Date of registration] 25.05.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-06679

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 28.04.1998

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8-44397

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 2 月 16 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G10L 9/14	G			
	J			
9/18	E			

審査請求 有 請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平 6-194594

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 7 月 28 日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 小澤 一範

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式
会社内

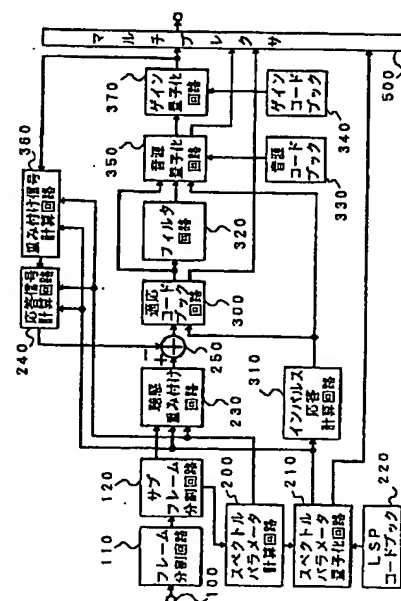
(74) 代理人 弁理士 加藤 朝道

(54) 【発明の名称】 音声符号化装置

(57) 【要約】

【目的】 低ビットレートでも良好な音質の得られる音声符号化方式の提供。

【構成】 適応コードブック回路 (300) は、サブフレーム毎に音声のピッチ周期を求める。フィルタ回路 (320) は、適応コードブック残差信号から、予め定められた次数のフィルタのゲインを計算する。音源量子化回路 (350) は、音源コードブック (330) に格納された音源コードベクトルの一部又は全部を前記フィルタ回路 (320) に通しながら最良のコードベクトルを選択する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し、前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し、前記音声信号のスペクトル的特徴を表わすスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化部と、サブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求める適応コードブック部と、前記ピッチ周期に応じた遅延を有する、予め定められた次数のフィルタのゲインを、前記フレーム毎に又は前記サブフレーム毎に前記音声信号又は適応コードブック残差信号から計算するフィルタ部と、音源コードブックに格納されたコードベクトルの少なくとも一部を、前記フィルタ部に通しながら、最良のコードベクトルを選択して音源信号を量子化する音源量子化部と、前記スペクトルパラメータ量子化部と、前記適応コードブック部と、前記音源量子化部と、前記フィルタ部と、のそれぞれの出力信号を組み合わせるマルチプレクサ部と、を有することを特徴とする音声符号化装置。

【請求項 2】音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し、前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し、前記音声信号のスペクトル的特徴を表わすスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化部と、サブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求める適応コードブック部と、前記ピッチ周期に応じた遅延を有する、予め定められた次数のフィルタのゲインを、前記フレーム毎に又は前記サブフレーム毎に前記音声信号又は適応コードブック残差信号から計算するフィルタ部と、音源コードブックに格納されたコードベクトルから最良のコードベクトルを選択した後に前記フィルタ部に通して音源信号を量子化する音源量子化部と、前記スペクトルパラメータ量子化部と、前記適応コードブック部と、前記音源量子化部と、前記フィルタ部と、のそれぞれの出力信号を組み合わせるマルチプレクサ部と、を有することを特徴とする音声符号化装置。

【請求項 3】音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し、前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し、前記音声信号のスペクトル的特徴を表わすスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラ

メータ量子化部と、サブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求める適応コードブック部と、音源コードブックに格納された音源コードベクトルの少なくとも一部を、前記ピッチ周期に応じた遅延を有する、予め定められた次数のフィルタに通すと共に、ゲインコードブックから選択したゲインコードベクトルにより前記適応コードブック部のゲイン、前記音源コードベクトルのゲイン、及び前記フィルタのゲインのうち少なくとも一のゲインを量子化して、最良の音源コードベクトル及び最良のゲインコードベクトルを選択する音源・ゲイン量子化部と、前記スペクトルパラメータ量子化部と、前記適応コードブック部と、前記音源・ゲイン量子化部と、のそれぞれの出力信号を組み合わせるマルチプレクサ部と、を有することを特徴とする音声符号化装置。

【請求項 4】音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し前記音声信号のスペクトル的特徴を表わすスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化部と、サブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求める適応コードブック部と、音源コードブックに格納されたコードベクトルから最良のコードベクトルを選択した後に、前記ピッチ周期に応じた遅延を有する、予め定められた次数のフィルタに通し、前記フィルタのゲインを計算し、ゲインコードブックを用いてゲインを量子化する音源・ゲイン量子化部と、前記スペクトルパラメータ量子化部と、前記コードブック部と、前記音源・ゲイン量子化部と、のそれぞれの出力信号を組み合わせるマルチプレクサ部と、を有することを特徴とする音声符号化装置。

【請求項 5】前記音源コードブックに格納されたコードベクトルの全てを前記フィルタ部に通すことを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の音声符号化装置。

【請求項 6】前記音源・ゲイン量子化部が、前記適応コードブック部から遅延を入力し、ゲインコードブックからフィルタのゲインを読み出して、前記遅延及びゲインに基づき音源コードブックから読み出した音源コードベクトルに対してフィルタ処理を行なうフィルタ回路と、前記フィルタ回路の出力を入力すると共に、ゲインコードブックからゲインコードベクトル、適応コードブック部のゲイン、音源コードベクトルのゲインを量子化して歪を計算する歪計算回路と、前記歪を最小化するような音源コードベクトルとゲインコードベクトルの最適な組み合わせを選択する判別回路

と、

を有することを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の音声符号化装置。

【請求項 7】前記フィルタが、非再帰型又は再帰型のいずれかのフィルタで構成されることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の音声符号化装置。

【請求項 8】前記フィルタの次数が 1 ないし 3 の非再帰型フィルタで構成されることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の音声符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は音声信号を低いビットレート、特に 4.8kb/s 以下で高品質に符号化するための音声符号化方式に関する。

【0002】

【従来の技術】音声信号を 4.8kb/s 以下の低いビットレートで符号化する方式としては、例えば、M. Schroeder と B. A. Atal 氏による "Code-excited linear prediction: High quality speech at low bit rates" (Proc. ICASSP, pp. 937~940, 1985年) と題した論文（「文献 1」という）や、Kleijn 氏らによる "Improved speech quality and efficient vector quantization in SELP" (Proc. ICASSP, pp. 155~158, 1988年) と題した論文（「文献 2」という）等に記載されている CELP (Code Excited LPC Coding) が知られている。

【0003】この方式においては、送信側では、フレーム毎（例えば 20ms）に音声信号から線形予測（LPC）分析を用いて、音声信号のスペクトル特性を表わすスペクトルパラメータを抽出し、フレームをさらにサブフレーム（例えば 5ms）に分割し、サブフレーム毎に過去の音源信号をもとに適応コードブックにおけるパラメータ（遅延パラメータとゲインパラメータ）を抽出し、適応コードブックにより前記サブフレームの音声信号をピッチ予測し、ピッチ予測して求めた残差信号に対して、予め定められた種類の雑音信号からなる音源コードブック（ベクトル量子化コードブック）から最適な音源コードベクトルを選択し最適なゲインを計算する。

【0004】音源コードベクトルの選択の仕方は、選択した雑音信号により合成した信号と、前記残差信号との誤差電力を最小化するようにして行う。

【0005】そして、選択された音源コードベクトルの種類を表わすインデックスとゲイン、ならびに、前記スペクトルパラメータと適応コードブックのパラメータを伝送する。

【0006】受信側の復号化装置では、送信側の符号化装置から伝送された、コードベクトルのインデックスとゲイン、スペクトルパラメータ等の伝送符号に基づき、音声信号を合成する。なお、復号化装置の構成は、本発明の主題に直接関係しないため、その説明を省略する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した文献 1、2 の従来の音声符号化方式では、ビットレートを低減化するとコードブックのサイズが小さくなり、特に女性音の音質が急激に劣化するという問題があった。

【0008】この問題を解決するために、送信側で音源信号に対してコムフィルタリング（「コムフィルタによるフィルタ処理」の意味）を行い、音源信号のピッチ性を強調させることにより音質を改善する方法が提案されている。

10 【0009】この方法の詳細は、例えば S. Wang 氏らによる "Improved Excitation for Phonetically-Segmented VXC Speech Coding Below 4kb/s" (Proc. GLOBECOM, pp. 946~950, 1990) と題した論文（「文献 3」という）等を参照できる。

【0010】しかしながら、文献 3 の方法を使用すると、音質は改善されるものもあるが、適応コードブックと音源コードブックの両者の探索の時に、全てのコードベクトルにコムフィルタリングを施しているために、演算量が膨大となり、コムフィルタのゲインを一定値として

20 いるために、コムフィルタリングにより常に効果が得られるとは限らず、逆に劣化するものもある、等の問題がある。

【0011】従って、本発明の目的は、上述した問題点を解決し、比較的少ない演算量及びメモリ量により、4.8kb/s 以下で音質の良好な音声符号化方式を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記目的は、本発明においては、音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し、前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し、前記音声信号のスペクトル特徴を表わすスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化部と、サブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求める適応コードブック部と、前記ピッチ周期に応じた遅延を有する、予め定められた次数のフィルタのゲインを、前記フレーム毎に又は前記サブフレーム毎に前記音声信号又は適応コードブック残差信号から計算するフィルタ部と、音源コードブックに格納されたコードベクトルの

30 少なくとも一部を、前記フィルタ部に通しながら、最良のコードベクトルを選択して音源信号を量子化する音源量子化部と、前記スペクトルパラメータ量子化部と、前記適応コードブック部と、前記音源量子化部と、前記フィルタ部と、のそれぞれの出力信号を組み合わせるマルチプレクサ部と、を有することを特徴とする音声符号化装置（「第 1 の視点」という）により達成される。

【0013】また、本発明は、第 2 の視点において、音源信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割

50

し、前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し、前記音声信号のスペクトル特徴を表わすスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化部と、サブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求める適応コードブック部と、前記ピッチ周期に応じた遅延を有する、予め定められた次数のフィルタのゲインを、前記フレーム毎に又は前記サブフレーム毎に前記音声信号又は適応コードブック残差信号から計算するフィルタ部と、音源コードブックに格納されたコードベクトルから最良のコードベクトルを選択した後に前記フィルタ部を通して音源信号を量子化する音源量子化部と、前記スペクトルパラメータ量子化部と、前記適応コードブック部と、前記音源量子化部と、前記フィルタ部と、のそれぞれの出力信号を組み合わせて出力するマルチプレクサ部と、を有することを特徴とする音声符号化装置を提供する。

【0014】さらに、本発明は、第3の視点において、音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し、前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し、前記音声信号のスペクトル特徴を表わすスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化部と、サブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求める適応コードブック部と、音源コードブックに格納された音源コードベクトルの少なくとも一部を、前記ピッチ周期に応じた遅延を有する、予め定められた次数のフィルタに通すと共に、ゲインコードブックから選択したゲインコードベクトルにより前記適応コードブック部のゲイン、前記音源コードベクトルのゲイン、及び前記フィルタのゲインのうち少なくとも一のゲインを量子化して、最良の音源コードベクトル及び最良のゲインコードベクトルを選択する音源・ゲイン量子化部と、前記スペクトルパラメータ量子化部と、前記適応コードブック部と、前記音源・ゲイン量子化部と、のそれぞれの出力信号を組み合わせて出力するマルチプレクサ部と、を有することを特徴とする音声符号化装置を提供する。

【0015】そして、本発明は、第4の視点において、音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し前記音声信号のスペクトル特徴を表わすスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化部と、サブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求める適応コードブック部と、音源コードブックに格納されたコードベクトルから最良のコードベクトルを選択した後に、前記ピッチ周期に応じた遅延を有する、予め定められた次数のフィルタに通し、前記フィルタのゲインを計算し、ゲイ

ンコードブックを用いてゲインを量子化する音源・ゲイン量子化部と、前記スペクトルパラメータ量子化部と、前記コードブック部と、前記音源・ゲイン量子化部と、のそれぞれの出力信号を組み合わせて出力するマルチプレクサ部と、を有することを特徴とする音声符号化装置を提供する。

【0016】本発明は、第1及び第3の視点において、前記音源コードブックに格納されたコードベクトルの全てを前記フィルタ部に通すようにしてもよい。

【0017】また、本発明は、第3及び第4の視点において、音源・ゲイン量子化部は、好ましくは、前記適応コードブック部から遅延を入力し、ゲインコードブックからフィルタのゲインを読み出して、前記遅延及びゲインに基づき音源コードブックから読み出した音源コードベクトルに対してフィルタ処理を行なうフィルタ回路と、前記フィルタ回路の出力を入力すると共に、ゲインコードブックからゲインコードベクトル、適応コードブック部のゲイン、音源コードベクトルのゲインを量子化して歪を計算する歪計算回路と、前記歪を最小化するような音源コードベクトルとゲインコードベクトルの最適な組み合わせを選択する判別回路とから構成される。

【0018】さらに、本発明においては、前記フィルタが、非再帰型又は再帰型のいずれかのフィルタで構成され、好ましくは、次数が1ないし3の非再帰型フィルタで構成される。

【0019】

【作用】本発明に係る音声符号化装置の原理・作用を以下に詳説する。

【0020】音声信号をフレーム（例えば40ms）に分割し、さらにサブフレーム（例えば8ms）に分割する。フレーム毎に音声のスペクトル特徴を表わすスペクトルパラメータを計算し量子化する。

【0021】適応コードブック部では、サブフレーム毎に、音声のピッチ周期に対応する遅延を計算する。

【0022】フィルタ部では、適応コードブック部と同一の遅延を有し、予め定められた次数Mのコムフィルタのゲインを、フレーム毎にあるいはサブフレーム毎に計算する。

【0023】コムフィルタの構成としては、再帰型（AR型；「AR」はAuto Regressive略）と非再帰型（MA型；「MA」はMoving Averageの略）の2種あるが、以下では、非再帰型（「MA型コムフィルタ」という）を用いることにする。また、MA型コムフィルタの次数Mは1とする。

【0024】コムフィルタのゲインは、以下では、サブフレーム毎に、適応コードブック部によりピッチ予測して求めた残差信号から計算するものとする。

【0025】音源量子化部では、音源コードブックに格納された音源コードベクトルの一部あるいは全部について、次式(1)によりコムフィルタリングを行う。

7

【0026】 $c_{jz}(n) = c_j(n) + \eta \cdot c_j(n-T)$... (1)

【0027】 上式 (1) において、 $c_j(n)$ は j 番目の音源コードベクトル、 η は MA 型コムフィルタのゲインである。T は適応コードブックにおいて求められた遅延である。

$$D = \sum_n [x_w(n) - \beta \cdot v(n-T) * h_w(n) - \gamma_j \cdot c_{jz}(n) * h_w(n)]^2$$

---(2)

【0030】 上式 (2) において、 $x_w(n)$ は聴感重み付け信号、 β は適応コードブック部のゲイン、 $v(n)$ は適応コードベクトル、 γ_j は音源コードベクトル $c_j(n)$ の最適ゲイン、 $h_w(n)$ は聴感重み付け合成フィルタのインパルス応答である。上式 (2) において、 $c_{jz}(n) * h_w(n)$ の演算記号 * は、 $c_{jz}(n)$ とインパルス応答 $h_w(n)$ の畳み込み演算

$$D = \sum_n [x_w(n) - \beta \cdot v(n-T) * h_w(n) - \gamma_j \cdot c_j(n) * h'_w(n)]^2$$

---(3)

【0033】 ただし、
 $h'_w(n) = h_w(n) + \eta \cdot h_w(n-T)$... (4)
である。

【0034】 この場合、音源コードベクトルをコムフィルタに通す処理は、インパルス応答 $h_w(n)$ を $h'_w(n)$ のように修正することと等価となる。

【0035】 本発明は、第 2 の視点において、最良の音源コードベクトルを選択した後に、上式 (2) あるいは (3) により、音源コードベクトルをコムフィルタリングしながらゲイン γ_j を計算する。

【0036】 本発明は、第 3 の視点において、コムフィルタのゲインは予め計算しておくことなく、コムフィル

$$D = \sum_n [x_w(n) - \beta'_k \cdot v(n-T) * h_w(n) - \gamma'_k \cdot \{c_j(n) + \eta'_k \cdot c_j(n-T)\} * h_w(n)]^2$$

---(5)

【0039】 ここで、 $(\beta'_k, \gamma'_k, \eta'_k)$ は 3 次元ゲインコードブックにおける k 番目のゲインコードベクトルである。ただし、 $k = 0 \sim 2^B - 1$ 、 B はゲインコードブックのビット数である。

【0040】 ゲインコードベクトルと音源コードベクトルの組み合わせに対して上式 (5) を計算し、上式 (5) で求

$$D = \sum_n [x_w(n) - \beta'_k \cdot v(n-T) * h_w(n) - \gamma'_k \cdot c_j(n) * h'_{wk}(n)]^2$$

---(6)

【0043】 ただし
 $h'_{wk}(n) = h_w(n) + \eta'_k \cdot h_w(n-T)$... (7)
である。

【0044】 本発明は、第 4 の視点において、コムフィルタのゲインを予め計算しておくことなく、最良の音源コードベクトルを選択した後に、式 (2) あるいは式 (3) を最小化するように、コムフィルタのゲインを計算し、その後、ゲインコードブックを用いてゲインを量子化する。

8

【0028】 コムフィルタリングされた音源コードベクトルを用いて、次式 (2) の歪を最小化する最良の音源コードベクトルを 1 種類あるいは複数種類選択する。

【0029】

【数 1】

(コンボルーション) を表わしている。
10 【0031】 ここで、上式 (2) と等価な関係として、次式 (3) に従い音源コードベクトルを選択することもできる。

【0032】

【数 2】

タリングしながら最良の音源コードベクトルを選択する際に、ゲインコードブックからゲインコードベクトルを
20 選択してゲインを量子化しながら行い、歪を最小にする音源コードベクトル、ゲインコードベクトルの組み合わせを選択する。

【0037】 以下では、適応コードブックのゲインと、音源コードベクトルのゲインと、コムフィルタのゲインとを一括してゲインコードブックにより量子化する例について示す。選択は次式 (5) に従う。

【0038】

【数 3】

めた歪を最小化する組み合わせを選択する。

【0041】 なお、上式 (5) と等価な関係にある式として、次式 (6) を用いて選択を行ってもよい。

【0042】

【数 4】

【0045】 以上のように、本発明によれば、サブフレーム毎に又はフレーム毎にコムフィルタの係数を計算し、音源コードベクトルの全て又は一部に対してコムフィルタを通して歪を最小化する音源コードベクトルを選択するか、音源を 1 種類選択した後にコムフィルタを通してゲインコードベクトルと音源コードベクトルの組み合わせを選択するか、音源コードベクトルの全て又は一部に対してコムフィルタを通してゲインコードベ
50 トルと音源コードベクトルの組み合わせを選択するかし

ているため、低ビットレートでも比較的少ない演算量で音質の改善を行うことができる。

【0046】

【実施例】図面を参照して、本発明を実施例に即して以下に説明する。

【0047】

【実施例1】図1は本発明の音声符号化方式の一実施例の構成を示すブロック図である。

【0048】図1において、入力端子100から音声信号を入力し、フレーム分割回路110では音声信号をフレーム（例えば40ms）毎に分割し、サブフレーム分割回路120では、フレームの音声信号をフレームよりも短いサブフレーム（例えば8ms）に分割する。

【0049】スペクトルパラメータ計算回路200では、少なくとも一つのサブフレームの音声信号に対して、サブフレーム長よりも長い窓（例えば24ms）をかけて音声を取り出してスペクトルパラメータを予め定められた次数（例えば $P=10$ 次）計算する。

【0050】スペクトルパラメータは、特に、子音、母音間での過渡区間では時間的に大きく変化するので、短い時間毎に分析する方が望ましいが、そのようにすると分析に必要な演算量が増大するため、ここでは、フレーム中のいずれか L 個（ $L>1$ ）のサブフレーム（例えば $L=3$ とし、第1、3、5サブフレーム）に対してスペクトルパラメータを計算することにする。

【0051】そして、分析をしなかったサブフレーム（ここでは第2、4サブフレーム）では、それぞれ、第1と第3サブフレーム、第3と第5サブフレームのスペクトルパラメータを、後述のLSP（線スペクトル対）上で直線補間したものをスペクトルパラメータとして用いる。

【0052】ここでスペクトルパラメータの計算には、周知のLPC分析（線形予測符号化）や、Burg分析等を用いることができる。

【0053】本実施例では、Burg分析を用いることとする。なお、最大エントロピー法（MEM）に基づくスペクトル推定法であるBurg分析の詳細については、中溝蒼による“信号解析とシステム同定”と題した単行本（コロナ社1988年刊）の第82～87頁（「文献4」という）に記載されているので、説明は省略する。

【0054】スペクトルパラメータ計算回路200では、Burg法により計算された線形予測係数 α_j （ $j=1\sim10$ ）を量子化や補間に適したLSPパラメータに変換する。

【0055】ここで、線形予測係数からLSPへの変換は、菅村他による“線スペクトル対（LSP）音声分析合成方式による音声情報圧縮”と題した論文（電子通信学会論文誌、J64-A, pp. 599～606, 1981年）（「文献5」という）を参照することができる。なお、LSPはスペクトルを線スペクトル対（Line Spectrum Pair）で

求め周波数軸上での量子化効率を上げるものである。

【0056】第1、3、5サブフレームでBurg法により求めた線形予測係数を、LSPパラメータに変換し、第2、4サブフレームのLSPを直線補間により求めて、第2、4サブフレームのLSPを逆変換して線形予測係数に戻し、第1～5サブフレームの線形予測係数 α_{ij} （ $i=1\sim10$ 、 $j=1\sim5$ ）を聴感重み付け回路230に出力する。また、第1～5サブフレームのLSPをスペクトルパラメータ量子化回路210へ出力する。

10 【0057】スペクトルパラメータ量子化回路210では、予め定められたサブフレームのLSPパラメータを効率的に量子化する。

【0058】以下では、量子化法として、ベクトル量子化を用いるものとし、第5サブフレームのLSPパラメータを量子化するものとする。LSPパラメータのベクトル量子化の手法は周知の手法を用いることができる。具体的な方法は例えば、本願発明者による一連の発明、即ち、特開平4-171500号公報（特願平2-297600号）

（「文献6」という）、特開平4-363000号公報（特願平3-261925号）（「文献7」という）、及び特開平5-6199号公報（特願平3-155949号）（「文献8」という）、あるいはT. Nomuraらによる“LSP Coding Using VQ-SVQ With Interpolation in 4.075 kbps M-LCELP Speech Code r”と題した論文（Proc. Mobile Multimedia Communications, pp. B.2.5, 1993）（「文献9」という）等を参照できるため、ここでは説明は略する。

【0059】また、スペクトルパラメータ量子化回路210では、第5サブフレームで量子化したLSPパラメータをもとに、第1～第4サブフレームのLSPパラメータを復元する。

【0060】ここでは、現フレームの第5サブフレームの量子化LSPパラメータと1つ過去のフレームの第5サブフレームの量子化LSPを直線補間して、第1～第4サブフレームのLSPを復元する。

【0061】ここで、量子化前のLSPと量子化後のLSPとの誤差電力を最小化するコードベクトルを1種類選択した後に、直線補間により第1～第4サブフレームのLSPを復元できる。

【0062】さらに性能を向上させるためには、前記誤差電力を最小化するコードベクトルを複数候補選択したのちに、各々の候補について、累積歪を評価し、累積歪を最小化する候補と補間LSPの組を選択することができる。詳細は、例えば、本願発明者による特願平5-8737号明細書（「文献10」という）に記載されている。

【0063】以上により復元した第1～4サブフレームのLSPと第5サブフレームの量子化LSPをサブフレーム毎に線形予測係数 α'_{ij} （ $i=1\sim10$ 、 $j=1\sim5$ ）に変換し、インパルス応答計算回路310へ出力する。

【0064】また、第5サブフレームの量子化LSPのコードベクトルを表わすインデックスをマルチプレクサ500に出力する。

【0065】上記において、直線補間のかわりに、LSPの補間パターンを予め定められたビット数（例えば2ビット）分用意しておき、これらのパターンの各々に対して1～4サブフレームのLSPを復元して累積歪を最小化するコードベクトルと補間パターンの組を選択するようにしてもよい。

【0066】このようにすると補間パターンのビット数だけ伝送情報が増加するが、LSPのフレーム内での時間的な変化をより精密に表わすことができる。

【0067】ここで、補間パターンは、トレーニング用のLSPデータを用いて予め学習して作成してもよいし、予め定められたパターンを格納しておいてもよい。予め定められたパターンとしては、例えば、T. Taniguchiらによる“Improved CELP speech coding at 4kb/s and below”と題した論文（Proc. ICSLP, pp. 41～44, 1992）（「文献11」という）等に記載のパターンを用いることができる。

【0068】また、さらに性能を改善するためには、補

$$x_z(n) = d(n) - \sum_{i=1}^{10} \alpha_i \cdot d(n-i) + \sum_{i=1}^{10} \alpha_i \gamma^i \cdot y(n-i) + \sum_{i=1}^{10} \alpha'_i \gamma^i \cdot x_z(n-i) \quad \dots(8)$$

【0072】ここで、 γ は、聴感重み付け量を制御する重み係数であり、下記の式(9)と同一の値である。

【0073】減算器250は、次式(9)により、聴感重み付け信号から応答信号を1サブフレーム分減算し、 $x'_w(n)$ を適応コードブック回路300へ出力する。

$$x'_w(n) = x_w(n) - x_z(n) \quad \dots(9)$$

【0074】 $x'_w(n) = x_w(n) - x_z(n)$... (9)

【0075】インパルス応答計算回路310は、 z 変換表

$$H_w(z) = \left[\frac{1 - \sum_{i=1}^{10} \alpha_i z^{-i}}{1 - \sum_{i=1}^{10} \alpha_i \gamma^i z^{-i}} \right] \times \left[\frac{1}{1 - \sum_{i=1}^{10} \alpha'_i \gamma^i z^{-i}} \right] \quad \dots(10)$$

【0077】適応コードブック回路300は、ピッチパラメータを求める。詳細は前記文献2等を参照することができる。そして、求めたサブフレーム毎の遅延値に対応するインデックスをマルチプレクサ500に出力する。

【0078】また、適応コードブックによりピッチ予測を次式(11)に従って行い、適応コードブック予測算差信号 $z(n)$ を出力する。また、遅延を表わすインデックスをマルチプレクサ500に出力する。

$$z(n) = x'_w(n) - b(n) \quad \dots(11)$$

【0080】ここで、 $b(n)$ は、適応コードブックピッチ予測信号であり、次式(12)で与えられる。

$$b(n) = \beta \cdot v(n-T) * h_w(n) \quad \dots(12)$$

$$D = \sum_n \{ z(n) - \eta \cdot z(n-T) \}^2$$

... (13)

間パターンを選択した後に、予め定められたサブフレームにおいて、LSPの真の値とLSPの補間値との誤差信号を求め、前記誤差信号をさらに誤差コードブックで表わすようにしてもよい。詳細は、前記文献9等を参照できる。

【0069】聴感重み付け回路230は、スペクトルパラメータ計算回路200から、各サブフレーム毎に量子化前の線形予測係数 α_{ij} ($i=1 \sim 10$, $j=1 \sim 5$)を入力し、前記文献10に基づき、サブフレームの音声信号に対して聴感重み付けを行い、聴感重み付け信号 $x_w(n)$ を出力する。

【0070】応答信号計算回路240は、スペクトルパラメータ計算回路200から、各サブフレーム毎に線形予測係数 α_{ij} を入力し、スペクトルパラメータ量子化回路210から、量子化、補間して復元した線形予測係数 α'_{ij} をサブフレーム毎に入力し、保存されているフィルタメモリの値を用いて、入力信号 $d(n)=0$ とした応答信号を1サブフレーム分計算し、減算器250へ出力する。ここで、応答信号 $x_z(n)$ は次式(8)で表される。

【0071】

【数5】

$$x_z(n) = d(n) - \sum_{i=1}^{10} \alpha_i \cdot d(n-i) + \sum_{i=1}^{10} \alpha_i \gamma^i \cdot y(n-i) + \sum_{i=1}^{10} \alpha'_i \gamma^i \cdot x_z(n-i) \quad \dots(8)$$

示の伝達関数が次式(10)で表される重み付けフィルタのインパルス応答 $h_w(n)$ を予め定められた点数だけ計算し、適応コードブック回路300、音源量子化回路350へ出力する。

【0076】

【数6】

【0082】ここで、 β 、 T は、それぞれ、適応コードブック回路300のゲイン、遅延を示す。 $v(n)$ は適応コードベクトルである。また演算記号 $*$ は畳み込み演算（コンボリューション）を表わす。

【0083】フィルタ回路320は、まず、適応コードブックピッチ予測算差信号 $z(n)$ を用いて、MA型コンフィルタのゲイン η を計算する。

【0084】具体的には、例えば、次式(13)を最小化するようにゲイン η を計算することができる。なお、MA型コンフィルタの次数は1とする。

【0085】

【数7】

【0086】ここに、Tは適応コードブック回路で求めた遅延である。

【0087】音源量子化回路350では、音源コードブック330に格納された音源コードベクトルの全部あるいは一部に対して、前記式(2)あるいは式(3)を最小化するように、最良の音源コードベクトル $c_j(n)$ を選択する。

【0088】このとき、最良のコードベクトルを1種選択してもよいし、2種以上のコードベクトルを選んでおいて、ゲイン量子化の際に、1種に本選択してもよい。ここでは、2種以上のコードベクトルを選んでおくもの

$$D_j = \sum_n [z(n) - \gamma_j \cdot c_j(n) * h_w(n)]^2$$

【0091】ゲイン量子化回路370は、ゲインコードブック340からゲインコードベクトルを読み出し、選択された音源コードベクトルに対して、前記式(5)を最小化するように、音源コードベクトルとゲインコードベクトルの組み合わせを選択する。

【0092】選択された音源コードベクトルとゲインコードベクトルを表わすインデックスをマルチプレクサ500に出力する。なお、式(5)と等価な関係にある式として、式(6)を用いることもできる。

【0093】重み付け信号計算回路360は、スペクトルパラメータ計算回路の出力パラメータ及び、それぞれのインデックスを入力し、インデックスからそれに対応するコ

$$s_w(n) = v(n) - \sum_{i=1}^{10} a_i v(n-i) + \sum_{i=1}^{10} a_i \gamma^i p(n-i) + \sum_{i=1}^{10} a_i \gamma^i s_w(n-i)$$

【0097】

【実施例2】本発明の第2の実施例においては、前記第1の実施例における式(14)を最小化するように、最良の音源コードベクトルを1種選択したのちに、式(2)あるいは式(3)に従い音源コードベクトルのゲイン γ_j を計算しなおすものである。

【0098】なお、ゲインコードブックによるゲインの量子化も含めて行うときは、式(2)、(3)の代りに、それぞれ、式(5)、(6)を用いることができる。

【0099】

【実施例3】図2は、本発明の第3の実施例の構成を示すブロック図である。図1と同一の番号を付した構成要素は、図1と同一の動作をするのでその説明は省略し、相違点のみを以下に説明する。

【0100】図3に、音源・ゲイン量子化回路400のブロック図を示す。図3において、コムフィルタ回路410では、ゲインは予め計算しておかず、適応コードブック回路300からの遅延Tを入力し、音源コードブック330から全ての音源コードベクトル、あるいは一部の音源コードベクトルを読み出し、さらに、ゲインコードベクトル340からコムフィルタのゲイン γ'_k を読み出し、次式(17)に従ってコムフィルタリングを行い、歪計算回路420

とする。

【0089】なお、一部の音源コードベクトルに対してのみ、前記式(2)あるいは式(3)を適用するときには、下記の式(14)を最小化するように複数個の音源コードベクトルを予め予備選択しておき、予備選択された音源コードベクトルに対して、前記式(2)あるいは(3)を適用することもできる。

【0090】

【数8】

---(14)

ードベクトルを読み出し、まず次式(15)に基づき駆動音源信号 $v(n)$ を求める。

【0094】

$$v(n) = \beta'_k \cdot v(n-T) + \gamma'_k \cdot c_{jz}(n) \quad \dots (15)$$

【0095】次に、スペクトルパラメータ計算回路200の出力パラメータ、スペクトルパラメータ量子化回路210の出力パラメータを用いて次式(16)により、重み付け信号 $s_w(n)$ をサブフレーム毎に計算し、応答信号計算回路240へ出力する。

【0096】

【数9】

へ出力する。ここで、ゲインコードブック340は3次元とし、 $(\beta'_k, \gamma'_k, \eta'_k)$ の値が格納されているものとする。

【0101】

$$c_{jz}(n) = c_j(n) + \eta'_k \cdot c_j(n-T) \quad \dots (17)$$

【0102】歪計算回路420では、さらに、ゲインコードブック340からゲインコードベクトルを読み込み、適応コードブック回路300のゲインと音源コードベクトルのゲインを量子化しながら、前記式(5)に従い、歪 D_j を計算し、判別回路430へ出力する。

【0103】判別回路430では、歪 D_j を最小化するような音源コードベクトルとゲインコードベクトルの最良の組み合わせを選択する。式(5)と等価な関係にある式として、式(5)のかわりに、式(6)を用いることもできる。

【0104】なお、一部の音源コードベクトルに対してコムフィルタリングを行うときは、式(14)を最小化するように、音源コードブック330から、予め複数個のコードベクトルを選択しておくこともできる。

【0105】

【実施例4】本発明の第4の実施例においては、前記第3の実施例において、音源コードブックに格納されたコードベクトルから最良の音源コードベクトルを1種選択

した後に、ゲインコードブック340を用いて、適応コードブックと音源コードベクトルとコムフィルタのゲインを量子化しながら、音源コードベクトルとゲインコードベクトルの最良の組み合わせを選択する。音源コードベクトルとゲインコードベクトルの選択には、式(5)あるいは式(6)を用いる。

【0106】以上本発明を上記各実施例に即して説明したが、本発明の意向を損なうことなく、上述した実施態様以外にも、種々の変形が可能である。

【0107】スペクトルパラメータはLSP以外にも他の周知なパラメータを用いることができる。

【0108】スペクトルパラメータ計算回路200では、フレーム中で少なくとも1つのサブフレームでスペクトルパラメータを計算するときに、前のサブフレームとの現在のサブフレームとのRMSの変化あるいはパワの変化を測定し、これらの変化が大きな複数個のサブフレームに対してスペクトルパラメータを計算するようにしてもよい。このようにすると、音声の変化点では必ずスペクトルパラメータを分析することになり、分析するサブフレーム数を低減しても性能の劣化を防ぐことができる。

【0109】スペクトルパラメータの量子化には、ベクトル量子化、スカラ量子化、ベクトルスカラ量子化など周知な方法を用いることができる。

【0110】スペクトルパラメータ量子化回路における補間パターンの選択には、他の周知な距離尺度を用いることができる。

【0111】適応コードブック回路ならびにフィルタ回路における遅延は、整数値でも小数値でもよい。

【0112】また、音源量子化回路において、コードブックが1段の場合について説明したが、2段、あるいは多段構成にすることもできる。

【0113】また、音源コードブックの探索、ならびに学習のときの距離尺度は、あるいは、学習法は、他の周知な尺度を用いることもできる。

【0114】コムフィルタ回路の次数は、高次(例えば3次)とすることもできる。このようにすると、演算量と伝送情報量がやや増加するが、性能はさらに改善される。

【0115】コムフィルタの構成としては、非再帰型(MA型)について説明したが、再帰型(AR型)を使用することもできる。

【0116】また、ゲインコードブックは、伝送ビット数よりも全体で数倍大きなサイズのコードブックを予め学習し、予め定められたモード毎に前記コードブックの一部の領域を使用領域としてアサインしておき、符号化するときには、モードに応じて使用領域を切り替えて使用することもできる。

【0117】さらに、適応コードブック部ならびにコムフィルタは、音声の母音部のみ、又はフレームの音声信

号を複数種類のモードに分類し、予め定められたモードのみに適用することもできる。

【0118】そして、適応コードブック回路での探索、並びに音源量子化回路での探索には、それぞれ、式(2)~(6)、式(12)~(14)のように、インパルス応答 $h_w(n)$ を用いて畳み込み演算を行ったが、これは、伝達特性が式(10)で表されるような重み付けフィルタを用いてフィルタリング演算により行うこともできる。このようにすると、演算量は増大するが、性能はさらに向上する。

10 【0119】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、サブフレーム毎に又はフレーム毎にコムフィルタの係数を計算し、全ての又は一部の音源コードベクトルに対して、コムフィルタを通しながら、歪を最小化する音源コードベクトルを選択するものであり、低ビットレートでも比較的少ない演算量で音質の改善を図ることができるという効果を有する。

20 【0120】また、本発明によれば、音源を1種選択した後にコムフィルタを通してゲインコードベクトルと音源コードベクトルの組み合わせを選択することにより、さらに演算量を低減し、且つ音質の改善を図っている。

【0121】さらに、本発明によれば、全ての又は一部の音源コードベクトルに対してコムフィルタを通してゲインコードベクトルと音源コードベクトルの最良の組み合わせを選択することにより、低ビットレートでも演算量を低減し、且つ音質を改善することができるという効果がある。

30 【0122】また、本発明においては、音源を1種選択した後にコムフィルタを通し、ゲインコードベクトルと音源コードベクトルの最良の組み合わせを選択することにより、さらに演算量を低減し、且つ音質の改善を図っている。

【0123】そして、本発明においては、フィルタ回路として好ましくは1次の非再帰型のフィルタを用いた場合、演算量及び伝送情報量が著しく低減されると共に音質が改善され、また次数が3次の場合には、演算量と伝送情報量はやや増加するものの音質はさらに改善される。

【図面の簡単な説明】

40 【図1】本発明の第1の実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第3の実施例の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明における音源・ゲイン量子化回路の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

110…フレーム分割回路

120…サブフレーム分割回路

200…スペクトルパラメータ計算回路

50 210…スペクトルパラメータ量子化回路

220...LSPコードブック

230...重み付け回路

250...減算回路

240...応答信号計算回路

300...適応コードブック回路

310...インパルス応答計算回路

320...フィルタ回路

350...音源量子化回路

330...音源コードブック

340...ゲインコードブック

360...重み付け信号計算回路

370...ゲイン量子化回路

400...音源・ゲイン量子化回路

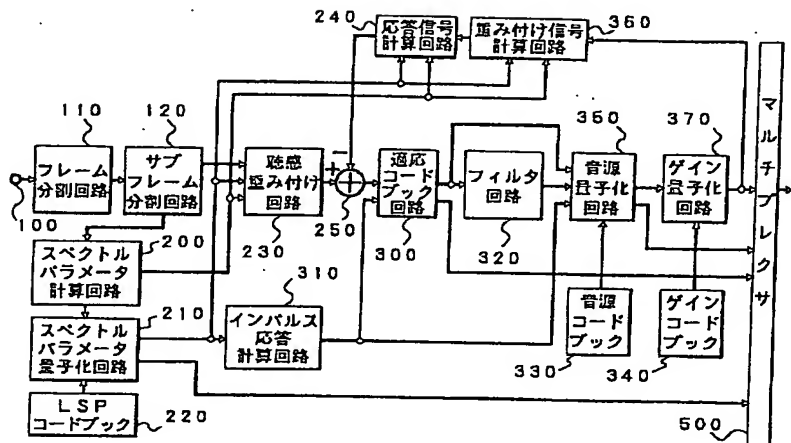
410...コムフィルタ回路

420...歪計算回路

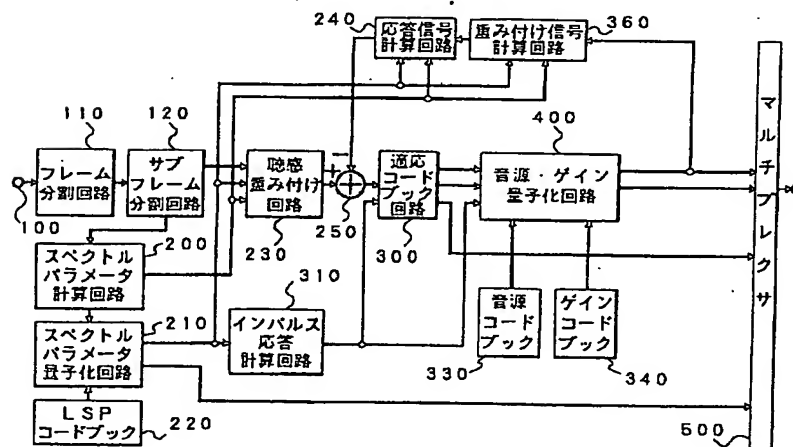
430...判別回路

500...マルチプレクサ

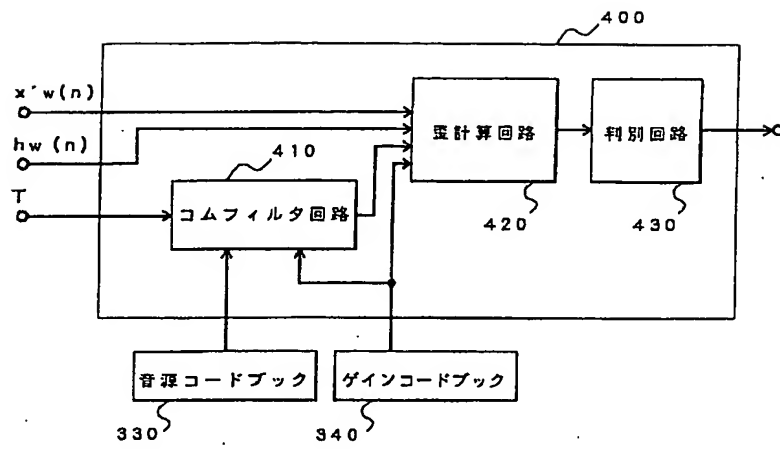
【図 1】



【図 2】



【図 3】



This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)